

L'histoire comparative des sciences modernes et le contexte de dépendance

par

Michel PATY*

RESUME

Les études historiques sur la place de la science dans le développement des peuples et dans les rapports entre les puissances économiques et les pays dépendants ont permis depuis quelque temps d'élargir le champ de l'histoire des sciences à des situations et à des problèmes jusqu'alors ignorés. Elles contribuent à élargir la conception de la science en conformité avec sa réalité vécue, considérant les acteurs des activités scientifiques et techniques, les contenus de connaissance, les contextes et les implications sociales et culturelles. La confrontation de ces recherches 'différentielles' (d'objets caractérisés de manière précise dans l'espace, dans le temps, suivant les disciplines, etc.) fournit des éléments d'analyse comparative qui révèlent des traits structurels de la diffusion, de la rencontre et de l'intégration des sciences. Ces éléments nous permettent de relever quelques problèmes épistémologiques significatifs posés par ce riche chapitre de l'histoire des sciences.

1. UN CHAMP ELARGI POUR L'HISTOIRE DES SCIENCES

1.1. Un nouveau chapitre de l'histoire des sciences

L'histoire des sciences s'enrichit depuis un certain temps de travaux sur la place des sciences dans le développement des peuples et dans les rapports entre les puissances économiques (les 'empires') et les pays dépendants. Ces travaux se présentent comme un chapitre relativement nouveau pour une discipline dont le corpus traditionnel, qu'il s'agisse de l'histoire conceptuelle ou de l'histoire institutionnelle des sciences, est largement dominé, pour la période moderne (à partir du XVI^e siècle), par les grandes avenues de l'évolution de la

* Equipe REHSEIS, CNRS & Université Paris 7-Denis Diderot, 37 rue Jacob, F-75006 Paris, France. Tel (33) 0147030951, Fax (33) 0147030953, E-mail : paty@paris7.jussieu.fr

science dans les pays d'Europe, étendus aux Etats-Unis d'Amérique du Nord pour la période contemporaine.

L'intérêt pour ces questions se rattache directement aux recherches qui vont se multipliant depuis environ un quart de siècle, sur l'histoire des sciences dans les pays 'en voie de développement' directement concernés par le thème, et dont certains apparaissent de plus en plus visiblement sur la scène des activités scientifiques. Ces pays (le Japon mis à part) sont souvent appelés 'de la périphérie', selon une qualification ambiguë, puisqu'elle semble désigner indistinctement une situation économique par rapport aux grands centres mondiaux et un état de chose du point de vue culturel et scientifique ; l'idée que les deux s'accompagnent est de fait le plus souvent sous-entendue. Nous discuterons plus loin de la notion de 'périphérie' pour voir, à la lumière de l'examen comparatif, dans quelle mesure elle est appropriée à la perspective de l'histoire des sciences.

L'éclosion de ces recherches accompagne la prise de conscience de l'importance du développement de la science (dans l'enseignement, la recherche, les applications) pour le progrès économique et social, et constitue aussi un aspect de la conscience identitaire dans les pays concernés.

Dans cette perspective, la motivation qui donne un élan à ces travaux constitue un facteur important, que la préoccupation d'objectivité historique ne doit pas faire méconnaître : il serait intéressant d'étudier, du point de vue de l'historiographie, les liens qui les rattachent aux analyses socio-économiques de l'histoire des sciences dans la tradition de John Desmond Bernal, ou plus généralement d'inspiration marxiste, et de suivre les diverses voies par lesquelles la réflexion sur ce thème a pu accompagner l'évolution des idées politiques sur l'émancipation et le développement.

Une autre source, non pas tant de la motivation directe dans le sens entendu ici, mais de la méthodologie mise en oeuvre (souvent suscitée par cette motivation), est la sociologie des sciences, prolongée, à sa rencontre avec l'histoire, en histoire sociale des sciences (il serait utile, ici encore, d'en retracer la perspective historiographique). L'histoire sociale des sciences, qui connaît actuellement une vogue, parfois au détriment de l'histoire conceptuelle, ne semble pas, du moins à considérer comment elle se pratique largement aux Etats-Unis et en Grande-Bretagne, être directement à l'origine des recherches sur la science et les empires, car elle y est généralement restreinte à la science d'Europe et d'Amérique du Nord.

Cependant, son importation par les historiens des sciences des pays 'en voie de développement' (ou du 'Tiers-monde') dans la perspective de leurs propres recherches 'locales' a pu contribuer à la définition du nouveau champ et du nouvel objet d'études qui caractérisent ces dernières. Cet objet comprend la formation de courants et de traditions scientifiques nationales, l'interaction entre une science 'traditionnelle' et la science moderne et d'autres problèmes connexes. L'adaptation à cet objet nouveau infléchit l'histoire sociale des sciences par rapport à son orientation initiale, en particulier en faisant apparaître d'emblée l'insuffisance, voire l'absence de signification, d'une histoire seulement sociale des sciences.

La question des *contenus* de science ne saurait en effet rester

secondaire, et s'avère au contraire d'une importance fondamentale dans les études historiques de ce genre, où il est exclu de s'en tenir à la surface des choses : voici là, d'ailleurs, un autre thème méthodologique, que les études comparatives pourraient concourir à mettre en valeur. L'histoire sociale des sciences retrouve ici, en somme, son rôle original qui est celui d'un outil, utile et modifiable suivant les nécessités de l'objet auquel on l'applique, mais loin de suffire à déterminer à lui seul un domaine consistant de recherche historique concernant le phénomène 'sciences'.

L'intérêt pour ce type de recherche se rattache encore à une autre source : des travaux de chercheurs portant, suivant une perspective conceptuelle, sur les anciennes traditions scientifiques de cultures et de pays qui comptaient autrefois parmi les centres principaux de développement des sciences, et qui se trouvent aujourd'hui dans une situation 'périphérique'¹.

Les recherches sur l'histoire de la diffusion, de la confrontation et de l'intégration des sciences concernant la période moderne et contemporaine, que nous désignons, pour faire bref, par 'science et empires', en provenance de diverses régions du monde (du 'Tiers monde' au 'Premier monde'), ont fait dans ces dernières années l'objet d'échanges et de confrontations qui permettent de commencer à procéder à des études comparatives. Les données différentielles ou déjà comparatives disponibles permettent de dégager des éléments significatifs d'ordre méthodologique et conceptuel, voire d'indiquer de nouveaux problèmes pour l'histoire des sciences et, par contrecoup, pour la philosophie des sciences. C'est à quoi sont consacrées les lignes qui suivent, à titre surtout exploratoire et sans aucune prétention à l'exhaustivité².

1.2. Conscience et réappropriation.

Revenons, tout d'abord, sur la question des motivations et de ce qui, tant par les aperçus d'ensemble que ces recherches peuvent ouvrir que par leurs effets quant aux méthodes et aux résultats, les transcende peut-être, à savoir une perspective intellectuelle sur l'histoire des sciences et sur la signification de la science, voire un 'projet anthropologique'.

La préoccupation actuelle pour l'histoire des sciences et, d'une manière générale, pour la réflexion sur la science (d'ordre philosophique, historique, social ou politique) telle qu'on peut la constater ou l'éprouver, est significative de la fonction de la science dans la société et dans les représentations culturelles. Elle se rapporte à la diversité des dimensions de la science, perçues à travers l'activité des chercheurs qui contribuent à l'édifier, des enseignants qui la diffusent, et de ceux qui en ressentent les effets à tous les niveaux de la vie sociale : la science conçue non seulement comme corps et mouvement de connaissances, découvertes et reconstructions mémorables, mais aussi intégrée à la vie ordinaire dans ses significations et ses applications, et ainsi 'banalisée' dans son processus et dans

¹ Voir, p ex., Rashed [1978].

² Pour ne pas alourdir la bibliographie, nous y indiquons de manière globale les ouvrages collectifs, tout en mentionnant éventuellement dans les notes les noms des auteurs de contributions.

ses effets.³

L'accès à la science demande, pour être ferme et assuré, la connaissance critique de cette science dans ses diverses dimensions. Comme l'écrivait Benjamin Farrington dans son ouvrage sur la science grecque : "Aucune connaissance humaine n'est assurée de ne pas perdre son caractère scientifique pour peu que les hommes oublient les conditions de son origine, les questions auxquelles elle répondait, et les fonctions pour lesquelles elle fut créée. Pour une bonne part, le mysticisme et la superstition des gens éduqués n'est rien d'autre que de la connaissance qui a rompu ses amarres historiques"⁴.

Ce caractère vivant, non absolu et non figé, concerne la science comme activité aussi bien que comme contenu (ses résultats, ses propositions et ses méthodes mêmes). Il est particulièrement sensible lorsqu'il est question de la diffusion, de la réception et de l'intégration de la science telle que nous la concevons aujourd'hui, dans une culture donnée. Mais il n'implique pas pour autant un relativisme intégral, qui dissoudrait ces contenus dans des conditionnements anthropologiques ou sociologiques⁵, ou qui en subordonnerait toute signification possible à des conceptions philosophiques ou métaphysiques générales⁶. Il s'érige seulement contre tout dogmatisme qui ferait de ce que nous appelons *science* un ensemble de vérités intemporelles, et nous rappelle opportunément que la science est création intellectuelle et production humaine : mais cette proposition n'en épuise en rien la nature (ce que nous appelons science n'est pas n'importe quelle création et production, mais correspond à une spécificité d'objets et de méthodes).

La question d'une définition de la science suivant ses objets et ses pratiques, dans le temps et dans l'espace, inhérente à ces considérations, n'est pas nouvelle en histoire des sciences, mais elle trouve ici une nouvelle pertinence. Doit-on identifier la science, objet d'histoire, à celle que nous connaissons aujourd'hui, aux modalités qui la lient à une technologie élaborée, à une organisation et à une reconnaissance sociales, à une transmission systématique par son enseignement et sa diffusion ? Ou devra-t-on, au contraire s'en donner une acception plus large et plus fondamentale ? Pour la période moderne elle-même, le fait que des recherches aient été menées individuellement loin des grands centres rappelle opportunément, l'une des dimensions fondamentales de la science, comme attitude ou disposition d'esprit suivant le guide de la raison, même en l'absence de projet systématique, de souci spécifique de formalisation ou de déploiement technique, voire même sans revendication particulière d'originalité.

On voit bien qu'il serait absurde de refuser le titre de science à

³ Cf. Paty [1990].

⁴ Farrington [1944].

⁵ Voir les essais de Paul Feyerabend, certaines conceptions de Thomas Kuhn, les travaux de diverses écoles 'relativistes' en sociologie ou histoire des sciences, comme celle d'Edinburgh, celle représentée par Bruno Latour, etc. Pour quelques éléments critiques, cf. Paty [1996c].

⁶ Le physicien Erwin Schrödinger, par exemple, interprétait dans ce sens la remarque de Benjamin Farrington citée plus haut, en donnant le commentaire suivant : "Toute science est liée à la culture humaine en général, et les résultats scientifiques, même ceux qui apparaissent sur le moment les plus avancés, les plus ésotériques et difficiles à comprendre, n'ont aucune signification en dehors de leur contexte culturel" (Schrödinger [1950]).

l'acquisition de savoirs obtenue dans le seul but de connaître, la science comme effort quotidien pour comprendre le monde, sans tout l'appareil actuel. Par ailleurs, tout savoir, même intégré dans des représentations et des pratiques sociales collectives, entretient un rapport avec ce que l'on entend par connaissance, donc avec la science entendue dans le sens le plus général. Il est raisonnable, en conséquence, d'admettre qu'aucune culture et aucune contrée du monde n'est étrangère à l'histoire des sciences, lorsqu'on l'envisage suivant l'acception large qui la comprend suivant l'une ou l'autre des dimensions que nous lui attribuons aujourd'hui. La 'science' dans cette acception large a été, et reste encore, selon toute vraisemblance, une condition de possibilité de celle au sens plus restreint de nos 'standards' actuels.

L'histoire des sciences, dont la naissance a accompagné le développement du complexe des sciences contemporaines, a souvent limité son objet à l'acception étroite de la science qu'elle connaissait, avant d'élargir progressivement ses perspectives en tenant compte de la diversité des systèmes de représentations du monde et de la pensée suivant les civilisations. Autant dire, de se défaire de préjugés qui lui faisaient méconnaître des œuvres de science véritables situées en dehors de ses terrains balisés. "L'histoire des efforts de l'homme pour comprendre son environnement naturel [reste, pour l'essentiel], une histoire non contée", souvent aussi héroïque que celle des réussites reconnues et célébrées, nous rappelle à juste titre Marcos Cueto. C'est seulement moyennant un tel élargissement de perspective que l'on peut s'approcher d'une conception *réaliste* de ce qu'est la science. L'ensemble considérable de données nouvelles ainsi incorporées ne fournit pas seulement un correctif à l'histoire des sciences 'principale', car ces données peuvent s'y avérer d'une grande importance qualitative pour certains chapitres, et la compréhension de leurs significations propres peut conduire à porter un regard différent, neuf, plus actuel, sur la science et sur son universalité, dont ils sont une part constitutive⁷.

1.3. Contre l'oubli de la mémoire

La conscience d'une dimension plus intégrale de l'histoire des sciences nécessaire pour une meilleure appropriation de ces dernières, s'appuie sur un double refus : celui d'une mise à l'écart du mouvement qui fait la science, et celui de l'oubli de la mémoire. Les chercheurs originaires de pays du Tiers-monde qui entreprennent la mise au jour de pans de l'histoire des sciences non pris en compte ou restés ignorés à divers titres jusqu'ici, sont souvent motivés par le sentiment vif de la dignité de la culture dont ils sont originaires, lié à une légitime recherche de leur identité intellectuelle et sociale, qui passe par la reconnaissance de leurs propres racines. Cet état d'esprit n'est certainement pas étranger à l'initiative, prise en 1987 par l'Académie des sciences du Tiers-monde, d'instituer un prix d'histoire des sciences destiné à récompenser "le meilleur travail de recherche éclairant l'oeuvre d'un savant d'un pays du Tiers-monde dont les résultats étaient restés

⁷ Sur la question de l'universalité de la science, cf. Paty [1997, 1998].

inaperçus”⁸. Si la récompense est évidemment destinée aux qualités du travail d'un historien, et non au savant du passé dont l'oeuvre a été exhumée, c'est le champ d'études qui est ici valorisé, portant sur des découvertes et des accomplissements scientifiques remarquables, non seulement des périodes ancienne et classique, mais aussi des derniers siècles écoulés, afin de préserver ce patrimoine de l'humanité et de contribuer à restaurer, élargir et universaliser la mémoire collective sur les sciences⁹.

Nombreux sont, effectivement, les travaux pionniers longtemps ignorés de l'histoire des sciences faite du point de vue du ‘centre’. Plusieurs essais soumis au concours pour les prix d'histoire des sciences de l'Académie des sciences du Tiers-monde portaient sur de tels cas, comme celui du paléontologue argentin Florentino Ameghino ou du docteur José Ramirez, le “père de la botanique au Mexique”, ou les conceptions et les efforts de Digamber Mitra dans sa lutte contre la malaria au Bengale au milieu du XIX^e siècle ou, concernant également l'Inde, la personnalité et l'oeuvre du mathématicien Srinivasa Ramanujan (1887-1922)¹⁰. L'histoire des techniques fournirait aussi des exemples¹¹.

La seule compétence d'historiens des sciences sans la motivation serait probablement demeurée aveugle sur la richesse de ce champ. Inversement, une motivation qui ne s'accompagnerait pas de la compétence nécessaire serait de peu de secours, voire pourrait être nuisible, si elle prenait ses préférences idéologiques pour des critères de preuve ou des normes de jugement au détriment du respect des faits, comme cela s'est souvent vu en histoire.

1.4. Un projet anthropologique ?

La question de la ‘motivation’ peut aussi être posée d'une autre manière, en l'élargissant par une ‘laïcisation’ de ce qu'elle comporte d'idéologie, en la rapportant à une dimension ‘anthropologique’ de ce type de recherche, dans un sens voisin de celui revendiqué par George Sarton dans l'introduction de son *History of science*¹². Au soubassement de son travail d'historien des sciences, indique l'historien américain, se tient un “projet anthropologique”, qu'il décrit de la manière suivante : de même que la science révèle l'unité de la nature, l'histoire des sciences révèle l'unité de la science, témoignant ainsi pour l'unité de l'homme, en sorte que l'histoire des sciences est essentielle pour l'homme, à l'âge de la science, en lui permettant de mieux comprendre sa situation dans l'évolution cosmique. On trouvera peut-être le projet ainsi énoncé tributaire d'une conception linéaire, positiviste et scientiste, de la science et du progrès, marquée par l'époque, quand, d'ailleurs, le chaos pour la civilisation menaçait, en cas de victoire de la

⁸ Third World Academy of Sciences (TWAS), fondée en 1983, dont le siège est à Trieste. Ce prix est décerné tous les deux ans : voir le document établi par cette institution (TWAS [1990]).

⁹ Cf. TWAS [1990].

¹⁰ Voir respectivement les contributions de G. A. Canziani et C.E. d'Attelis, de H.F. Olvera et H.O. Booth, de Sarma Sunil Sen, de Srinivasa Rao, à TWAS [1990].

¹¹ Sur celle-ci, voir Gama [1979, 1987, 1993], Headrick [1981].

¹² Sarton [1931].

nuit de l'esprit et de la barbarie que représentait le nazisme.

Du moins retiendra-t-on l'idée d'un rapport entre l'une des dimensions de l'histoire des sciences et notre conception de la civilisation. Le fait d'inclure dans l'histoire des sciences le champ qui nous intéresse ici revêt à cet égard une dimension anthropologique évidente, puisqu'il s'agit de mieux comprendre les rapports de la science, de la culture dans le sens le plus ample du terme, et du développement. Ce projet correspond à une conception plus ouverte de la science comme objet d'analyse historique, dont on attend la formulation de nouvelles exigences de méthode, où ce que nous appelons science serait saisi d'une manière intégrée, dépassant les approches fragmentatrices et réductrices qui en faisaient perdre des aspects essentiels.

Peut-être alors sera-t-il possible de reconsidérer les questions que, dans un scepticisme informé par la critique des apparences et par les avatars de l'histoire, l'on avait cru devoir laisser de côté, sur l'idée de progrès de la connaissance scientifique et sur la possibilité de parler de civilisation mondiale.

2. CONNAISSANCES FACTUELLES ET THEORISATIONS

2.1. *Eudes de cas et éléments d'analyse.*

Les travaux, déjà nombreux, sur l'histoire de la diffusion, de la confrontation et de l'intégration des sciences modernes dans des cultures locales se présentent dans leur ensemble comme autant d'études de cas concernant des conditions géographiques, temporelles et disciplinaires précises. De telles données, soit factuelles soit déjà munies d'éléments d'interprétation, sont évidemment indispensables avant tout essai d'explication même partielle, et constituent la base à partir de laquelle il est possible de dégager des thèmes et de formuler des problèmes. La particularité des situations ne permet pas de généraliser sans beaucoup d'arbitraire à partir de l'une ou de l'autre.

Dans ses travaux comparatifs sur la périodisation des mathématiques, notamment arabes, et sur la transmission entre des traditions différentes, Roshdi Rashed a souligné combien l'on ne peut proposer de conclusions globales (par exemple, sur une science considérée comme un tout), mais seulement "différentielles", sur des parties bien distinctes et spécifiques de ces sciences. "Le seul découpage qui tienne compte des faits historiques eux-mêmes ne peut être que différentiel", écrit-il à propos de la périodisation¹³.

Seules des études 'différentielles', d'objet restreint mais précises et variées, concernant des situations différentes mais à certains égards comparables (tel est bien le sens originel du terme différentiel : différent mais très proche), peuvent conduire à des rapprochements légitimes. C'est à partir de ces différences et de ces similitudes, exactement situées, que des concepts et des catégories appropriés pourront être formulés, susceptibles d'éclairer les faits, de les comprendre dans leur réalité propre, et d'élargir le champ des recherches qui leur correspondent.

¹³ Rashed [1987].

Tel est, du simple point de vue de l'histoire des sciences et de sa méthodologie, l'un des enjeux fondamentaux des recherches comparatives sur la diffusion et l'intégration des sciences. C'est un enjeu épistémologique, garant de la possibilité d'aborder la réalité de ces questions, c'est-à-dire la matière même de l'approche historique. Le sujet est relativement nouveau, ayant été jusqu'ici étranger aux préoccupations des historiens aussi bien, comme on l'a dit, qu'à celles des historiens des sciences. Les recherches se sont multipliées depuis les travaux pionniers de Roy MacLeod sur l'Empire britannique et la "science impériale"¹⁴ et les (relativement) nombreuses études sur l'histoire des sciences dans le Tiers-monde qui portent sur ce thème concernant notamment le Japon, la Corée, la Chine, l'Inde, l'Amérique latine, l'Iran, la Turquie, l'Égypte¹⁵. Ces travaux ont fait, au cours des dernières années, l'objet de publications, de rencontres régionales et de colloques internationaux¹⁶, et se prêtent déjà à l'étude comparative¹⁷.

Nous aborderons plus loin quelques uns des thèmes qui ressortent de ces recherches. Nous nous demanderons, avant d'y venir, quel genre de perspective théorique l'étude des faits de cette nature autorise. S'agit-il de mettre en place des modèles théoriques sur les conditions historiques du développement ou, plus justement, de formuler des concepts ou des catégories propres à ce champ d'étude, en les accompagnant d'ailleurs de la critique de catégories ou de concepts généraux déjà existants ?

2. 2. Concepts et catégories

La question de la diffusion de la science moderne a très tôt suscité des approches théoriques d'ambition généralisante, sans doute en raison de ses enjeux apparents, comme le développement, à quoi elle prétend être ordonnée, ou la nature de l'impérialisme, dans le contexte duquel elle s'est effectuée. Mais est-ce la seule, voire la meilleure manière de 'comprendre' les problèmes que posent la diffusion et l'intégration des sciences, que de mettre d'emblée en avant des modèles d'interprétation globale ? De tels modèles, proposés, pour certains d'entre

¹⁴ Mac Leod [1982].

¹⁵ Parmi les nombreux ouvrages individuels et surtout collectifs sur d'histoire des sciences sur un pays ou une région, mentionnons, parmi les plus récents portés à ma connaissance, outre les ouvrages et articles cités plus bas : pour l'Inde : Rahman [1984], Kumar [1991, 1995], Sangwan [1991] ; pour la Turquie et les pays d'Islam : Ihsanoglu [1992], Rashed, article dans Alfonso-Godfarb & Maia [1996] ; pour la Chine : Jami, Hashimoto & Skar [eds., 1995] ; pour l'Amérique latine : Lafuente & Saldaña [1987], d'Ambrosio [1989], Calderon *et al.* [1992], Lafuente & Catala [1992], Quevedo, Vasco, Obregón & Orozco [1993], Motoyama [1994], Vargas [1994], Alfonso-Godfarb & Maia [1996], Hamburger, Dantes, Petitjean & Paty [1996], Arboleda & Osorio [1997], Ferraz [1997],...

¹⁶ Citons, en particulier, le *Séminar on science and empire*, réuni à New Delhi du 21 au 23 janvier 1985 à l'initiative de Abdur Rahman, le Colloque international *Science et empires*, organisé par l'équipe REHSEIS du CNRS, qui s'est tenu à l'UNESCO, à Paris, du 3 au 6 avril 1990 (cf. Petitjean, Jami, Moulin [1992] et, pour les essais sous forme de manuscrits non publiés, *Science et empires* [1990]), le Colloque *Les sciences hors d'Occident*, réalisé, sous l'égide de l'ORSTOM à l'UNESCO en 1996 (cf. les sept volumes des Actes, Waast [1996]), le symposium en mémoire de Joseph Needham tenu à New Delhi en 1996 (Habib & Raina [1999]).

¹⁷ Voir les références précédentes et Habib & Raina [1999].

eux, avant même de disposer d'une base factuelle suffisamment étayée, et souvent arbitrairement conçus sur le schéma des sciences quantitatives, ne sont-ils pas, dans les meilleurs des cas, schématiques et réducteurs ?

On peut commencer par s'interroger sur ce que signifie '*comprendre*' le genre d'«objet» considéré dans ces questions : c'est trouver, dans la diversité des cas et des situations rencontrés, quelque perspective qui les éclaire, qui favorise des rapprochements, qui permette de déceler des similitudes ou, au contraire, de situer des différences pour des faits à certains égards semblables, de reconnaître des relations de cohérence, voire de causalité, et de rapporter ces circonstances à d'autres considérations, connues par ailleurs. C'est une compréhension avant tout de *faits*, loin de tout schéma abstrait d'organisation conçu avant eux, sinon indépendamment, et elle requiert comme base première la variété des données fournies par les études de cas, différentielles ou même déjà comparatives. Cette compréhension opère par élaboration d'instruments conceptuels appropriés, pensés en fonction de ces faits, et dont la fonction est de permettre de se frayer un chemin parmi ces derniers et d'y reconnaître des éléments de signification. Les études comparatives existantes (bien que peu nombreuses encore) permettent déjà d'en déceler quelques uns, comme nous le verrons dans la suite, après une rapide évocation critique de la question des «modèles».

2.3. Critique des modèles

Des modèles d'explication concernant la diffusion et l'intégration des sciences pourraient, en principe, stimuler la compréhension des données factuelles : il serait juste alors de parler «du bon usage et de la critique des modèles», plutôt que de leur opposer une attitude d'emblée négative. A l'examen, les inconvénients semblent cependant surpasser de loin les avantages, de sorte que le «bon usage» des modèles proposés demeure fort problématique.

Le modèle «diffusionniste» de George Bassala a l'incontestable avantage d'être chronologiquement le premier¹⁸ : c'est pourquoi il est le plus souvent cité. Mais il a aussi le mérite de se prêter à la réfutation, ce qui en fait une matière d'exercice prisé dans ce domaine d'études historiques : après une certaine vogue, le schéma montra rapidement ses limites. «Américano-centriste», il suppose, non sans naïveté, que tout développement scientifique dans une région donnée du monde doit nécessairement suivre, pour parvenir aux configurations et aux valeurs de la «science occidentale», considérées comme normatives, une progression en trois paliers successifs. Selon cette «loi de croissance», conçue au moule du développement scientifique local supposé avoir été celui des Etats-Unis (modèle évident de réussite), une première étape de «science-exploration» (celle, par exemple, des voyageurs scientifiques) cède après un certain temps la place à une «science coloniale» (dépendante de la métropole), seconde étape nécessaire et préparatoire à l'éclosion d'une science autonome, troisième et dernier stade des métamorphoses, tel un papillon sortant de la chrysalide.

En faisant abstraction du contexte économique, politique et culturel

¹⁸ Bassala [1967].

particulier du développement scientifique local considéré, le modèle pêche par intellectualisme ; portant l'accent sur la seule diffusion, comme si la science devait être introduite dans un désert, il ignore les modalités de la réception¹⁹, qui peuvent être très diverses selon qu'il s'agit de “pays neufs” et de société transplantées d'Europe, comme les Etats-Unis, l'Argentine ou l'Australie, ou de sociétés ayant derrière elles une tradition scientifique, comme dans les cas, d'ailleurs différents, de la science ottomane au contact de l'Occident, ou celui de l'Egypte ou du Japon, ou encore l'émergence de la science moderne au niveau national en Inde dans les années 1876-1920.

Par exemple, les rapports de la science ottomane et de la science européenne ne se laissent pas réduire à un cas de ‘science coloniale’ uniforme : étendus sur près de cinq siècles, ils portèrent, non sur une science européenne prise dans sa totalité, mais sur des aspects de telle ou telle science, variés suivant les périodes et les intérêts du moment. La notion de ‘science coloniale’²⁰ n'est pas davantage adéquate dans le cas de l'Inde, où l'émergence d'une ‘science nationale’ ne peut être rapportée à un état embryonnaire de ce genre, ne serait-ce que parce que les acteurs qui ont suscité la première ne sont pas les mêmes que les ‘gardiens’ ou les ‘soldats’ qui ont promu la seconde, ces derniers comprenant aussi bien des ‘nationaux’ que des étrangers (venus dans le sillage de la puissance coloniale, mais ayant eu à cœur de développer un système éducatif et scientifique approprié aux intérêts du pays d'accueil).

D'une manière générale, la dynamique de l'implantation d'une science véritablement nationale ne peut se comprendre que par la prise en compte des conditions intellectuelles, culturelles, sociales et économiques locales. Il apparaît, dans tous les cas étudiés, que le développement scientifique requiert, pour parvenir à maturité, une volonté explicite et effective de promouvoir une science nationale.

Le modèle, qui est plutôt une typologie, proposé plus récemment par Lewis Pyenson pour rendre compte des diverses stratégies d'expansion relativement aux sciences exactes a l'avantage et le défaut du schématisme des représentations par un petit nombre de paramètres. L'auteur en a choisi trois pour caractériser ces stratégies, chacun porté suivant un axe²¹. L'axe “mercantile” (stratégie attribuée au Canada ou à la Belgique) a pour acteurs des “commerçants” au service des intérêts économiques des Compagnies, qui ne considèrent la recherche scientifique que sous son aspect directement utilitaire. L'axe “missionnaire” (caractéristique du cas français, pour Pyenson) rassemble des “fonctionnaires”, qui intègrent les divers aspects de leur fonction, politique, scientifique, voire religieuse, sans grand souci de développer des recherches, et agissant dans l'intérêt exclusif de la métropole. L'axe “scientifique” (cas idéal assigné à l'Allemagne) est celui où les acteurs homonymes, les scientifiques, sont plus libres et voués à la recherche. Outre ces cas purs, on diagnostique aussi des mélanges : le Royaume Uni relèverait des deux dernières stratégies, les Pays Bas

¹⁹ Inkster [1985], P. Crozet, contribution dans Petitjean [1996] et dans Habib & Raina [1999] ; contribution de MacLeod et de Krishna dans Petitjean *et al.* [1992].

²⁰ Sur cette notion, voir Reingold & Rothenberg [1987], Krishna (contrib. à Petitjean *et al.* [1992]), ainsi que les articles dans Lafuente & Catalá [1992] et Petitjean [1986].

²¹ Pyenson [1985a, 1992]. Voir aussi Pyenson [1985b, 1989a et b].

seraient assis sur les trois axes.

On voit bien les limitations immédiates d'une telle typologie. La première, volontaire et revendiquée par l'auteur, est de considérer le développement des empires coloniaux sous le seul angle de l'utilisation des sciences, d'ailleurs restreintes aux seules sciences exactes. La seconde est de s'en tenir à l'expansion de la science européenne et à ses acteurs immédiats, sans attention pour les conditions locales de réception et de traditions préexistantes. La troisième est relative aux "agents" ou aux vecteurs de la stratégie d'expansion, traités indifféremment comme une même entité, alors qu'il faudrait distinguer les niveaux forts différents (et non nécessairement cohérents entre eux) de l'Etat ou du gouvernement, de l'administration (coloniale et métropolitaine, elles-mêmes distinctes), et des personnes singulières, plus ou moins étroitement liées aux stratégies explicites. Une quatrième faiblesse de l'analyse est peut-être plus grave : dans cette description des stratégies d'expansion, les *intentions* stratégiques des puissances impérialistes ne sont pas prises en compte, alors qu'elles pourraient bien relativiser l'apparente neutralité des stratégies distribuées autour de l'axe "scientifique" prôné en modèle, lequel pourrait alors masquer plus sûrement le caractère impérialiste de l'entreprise (et la vigilance du chercheur historien s'y sera laissée surprendre)²².

Mais ce qui intéresse Pyenson, en vérité, plutôt qu'une caractérisation des formes d'influence de l'impérialisme, c'est de montrer comment l'exercice des sciences exactes (qu'il distingue des sciences "descriptives", en s'inspirant des analyses de Kuhn) reste indemne des stratégies ou des idéologies, et comment il correspond au bon côté d'une "mission civilisatrice" de l'Occident qui resterait empreinte d'idéalisme²³. Si son choix des sciences exactes se comprend dans cette perspective, elles ne constituent pas précisément l'indicateur sensible qui permettrait de tirer quelques conclusions générales sur une stratégie d'expansion. Les sciences directement utiles aux objectifs de la colonisation ou de la domination comme la biologie, la médecine, la météorologie, la géographie (associée à l'astronomie), et les sciences liées à la prospections de ressources, comme la géologie, la minéralogie, etc., sont au contraire d'excellents révélateurs des formes de ces stratégies, comme l'illustre bien le cas de l'Empire britannique en Inde²⁴. D'autres études de cas ont également suscité la critique de cette typologie²⁵, qui aura du moins donné l'occasion d'approfondir certains aspects de la transplantation des sciences européennes.

Quant à la catégorie de "science-monde" proposée par Xavier Polanco²⁶ sans constituer un modèle à strictement parler, elle vise à prendre en

²² Les nomenclatures des stratégies d'expansion selon Pyenson, et les conclusions qu'il en tire, déjà lisibles au départ dans ce choix même, ne sont pas indemnes d'idées reçues et de préjugés, et confinent parfois à l'imagerie d'Epinal.

²³ Palladino & Worboys [1992]. Je renvoie à cette critique bien venue du modèle de Pyenson, sans toutefois partager l'adhésion des auteurs aux thèses de la 'construction sociale de la science', dont ils ne semblent pas rejeter les aspects extrêmes.

²⁴ Worboys [1979], Kumar [1991, 1995], Palladino & Worboys [1992], etc.

²⁵ Voir, en part., les contributions de Chikara Sasaki et de Togo Tsukahara à propos des relations nippono-hollandaises au début du XIX^e siècle, respectivement dans Petitjean, Jami, Moulin [1992] et dans *Science et empires* [1990].

²⁶ Polanco [1992] et article dans Petitjean *et al.* [1992].

compte d'une manière relativement souple et générale la complexité et la variété des facteurs sociaux et culturels dans les rapports historiques entre la science et le développement. Polanco la définit, en analogie avec l'"économie-monde" de l'histoire selon Fernand Braudel, comme un système mondial de la science organisé autour d'un "centre" (qui se déplace au cours de l'histoire), entouré d'une "semi-périphérie" et d'une périphérie. Cette structure du réseau international de la science obéirait à des rythmes de courte durée (correspondant aux conjonctures) et de longue durée (celle de l'histoire), déterminant deux temps différents pour l'analyse des configurations de la "science-monde" et des diverses stratégies d'expansion.

3. QUELQUES CONCEPTS EN REEXAMEN

L'analyse de situations historiques sur la diffusion et l'intégration des sciences laisse très vite voir le caractère imprécis et parfois inadéquat des contenus de concepts reçus avec certains des mots employés, comme "expansion", "stratégie", "périphérie", mais aussi "science"...

Le terme "expansion", par exemple, recouvre plusieurs sens qui correspondent à la description de niveaux différents de réalité. Les problèmes posés ne sont pas de même nature si l'on entend par là le "développement des connaissances et leur dissémination", ou une relation de domination avant tout économique et politique, du centre sur la périphérie. Le terme "stratégie" ne correspond à sa définition usuelle que s'il désigne un projet sous-tendu par une intention délibérée ; mais il est souvent employé (à tort) pour signifier 'configuration' (en anglais, 'pattern'), ou disposition, de manière purement descriptive et sans présupposition nécessairement de planification ou de stratégie au sens propre.

3. 1. Sur la définition de la science

La notion de science elle-même mérite d'être reconsidérée, sous plusieurs aspects. L'un d'eux concerne l'enrichissement de notre conception de la science par les réalités historiques rencontrées dans les pays de la 'périphérie'. La science, comme mouvement de connaissances, ne s'identifie ni à ses organisations ni à ses applications, et le développement scientifique ne se confond pas avec le développement technologique et industriel, ni d'ailleurs avec le développement économique et social. Les voies apparentes de la science actuelle dans le 'Premier monde' ne sont pas la norme de ce que l'on peut légitimement appeler "science". Il apparaît, en corollaire, que les recherches historiques sur la diffusion et l'intégration des sciences doivent porter *et* sur des questions de contenu scientifique *et* sur les facteurs institutionnels, économiques, socio-politiques et culturels. La difficulté (mais c'est une difficulté méthodologique générale en histoire des sciences) est de mettre adéquatement en relation ces deux aspects : la science comme *contenus* (et élaboration de ces contenus), et comme *pratique et fait social*. Cela n'est possible qu'à travers des études de cas (encore rares pour les

sciences du Tiers-monde), comme celles portant (dans l'ensemble des domaines abordés par l'épistémologie et l'histoire des sciences) sur les styles scientifiques²⁷, les traditions scientifiques et leurs confrontations²⁸.

On doit encore, lorsqu'on parle de science, spécifier aussitôt de quelle branche de la science il est question. La différence entre les sciences exactes et les sciences humaines est ici importante et fondamentale²⁹. Mais, même à s'en tenir aux sciences exactes et naturelles, les cas d'espèce sont très différents suivant que l'on s'intéresse aux mathématiques, à la physique mathématique, ou théorique, ou expérimentale, à la chimie, à la géologie, à la minéralogie, à la botanique ou à la zoologie, voire à la paléontologie, ainsi évidemment qu'à la médecine et à la pharmacologie... Il convient également de distinguer entre les sciences pures et les sciences appliquées. Quant aux techniques ou à la technologie, elles constituent un domaine encore à part, avec ses différenciations. Chacune de ces branches, chacun des domaines de ce qu'il est convenu d'appeler la science (ou la technique) correspond à des conditions de formations, de traditions, de développement, de rapport aux instances socio-culturelles, très différentes en nature.

3. 2. *Périodisation de la science*

Le sens donné au mot *science* est également relié au problème de la périodisation, c'est-à-dire de la répartition chronologique des activités et des oeuvres scientifiques suivant quelques grandes périodes ou phases identifiables. On peut esquisser à grands traits, pour fixer les idées, abstraction faite des sciences de l'Antiquité, une telle périodisation pour l'ensemble des sciences, en définissant sur la science moderne et contemporaine l'axe temporel de référence (car l'on doit toujours adopter un point de vue³⁰).

La science cultivée dans l'aire méditerranéenne du IX^e au XVII^e siècle au Moyen-Orient et en Europe, que l'on appelle communément 'classique', constitue une première phase³¹, qui entretient avec la science du monde moderne une relation de filiation directe, bien que longtemps sous-évaluée. On peut également rattacher à cette période les sciences, que l'on appellera 'traditionnelles', ayant fleuri dans les autres aires géographiques comme la Chine, le Japon³², l'Inde, et qui ont également contribué à la formation de la science moderne, bien que sous des formes moins directes et selon des modalités encore peu élucidées.

Les sciences précolombiennes posent des problèmes particuliers, puisqu'elles se sont développées sans relation avec les sciences classiques et traditionnelles dont on vient de parler, qu'elle ont été détruites avec les

²⁷ Cf. Paty [1990], chap. 4, [1996b].

²⁸ Plusieurs ont été proposées dans *Science et Empires* [1990].

²⁹ Voir plus loin.

³⁰ Pour une discussion sur le choix d'un point de vue en rapport à la possibilité de parler d'universalité, voir Paty [1997, 1998].

³¹ Rashed [1987], Saliba [1987].

³² Nakayama [1987].

civilisations amérindiennes correspondantes, échappant pour une grande part à notre connaissance³³. Il est cependant légitime de les placer dans la première période, comme 'sciences traditionnelles pré-colombiennes', en parallèle à la science classique méditerranéenne et à la science traditionnelle orientale et extrême-orientale. Quant aux connaissances 'indigènes' (Afrique, Amériques, Océanie), souvent incorporées de fait à la science moderne, elles constituent un cas à part, mais qui ne devra pas être négligé pour autant.

La seconde période est celle, précisément, de la 'science moderne' (européenne, ou occidentale), qui va du XVII^e siècle européen jusqu'à nos jours, ou du moins jusqu'à la deuxième guerre mondiale, si l'on veut réserver une troisième période pour la science mondiale contemporaine et ses importantes mutations. Marquée par la constitution de nombreux domaines d'investigation scientifique, par la préoccupation pour les applications et l'établissement d'un rapport direct des sciences aux techniques, et par l'instauration d'une organisation institutionnelle, cette période est en même temps celle d'une mutation de la notion de science. Celle-ci est conçue de plus en plus selon un propos unitaire, accompagné de l'idée d'un progrès des connaissances par accumulation et d'une philosophie qui, dans sa diversité, se déploie selon certains axes et thèmes distinctifs, objets de débats, et que symbolisent les noms de Galilée, Bacon, Descartes, Newton, ceux des penseurs des Lumières, puis de Kant, Comte, Marx, Spencer, etc.

La troisième période, contemporaine, qui s'étend de la seconde guerre mondiale jusqu'à nos jours, est celle de la 'mondialisation' de la science. Prolongement direct de la 'science moderne', on peut l'en distinguer pour mettre en évidence les changements survenus non seulement dans la pratique de la science (comme recherche, enseignement, applications) mais aussi dans sa conception, avec l'apparition de la 'technoscience'. L'institutionnalisation de l'activité scientifique y est systématisée et un nouveau mode de recherche scientifique se déploie, quasi industriel et à grands moyens financiers et technologiques, la 'big science' (avec la physique nucléaire et des particules élémentaires, l'océanographie, l'astrophysique, la biologie moléculaire...). Les connaissances scientifiques, répandues au niveau de la planète, sont plus directement que jamais liées à leurs applications dans la technologie (notamment avec les biotechnologies), y compris les effets sur la vie quotidienne et sur l'environnement.

Une telle périodisation concerne l'histoire mondiale de la science considérée à partir de notre perspective actuelle ; d'autres périodisations, plus localisées, ont été proposées pour caractériser l'histoire des sciences dans une aire culturelle donnée, ou l'histoire des relations ou des contacts entre une science traditionnelle et la science moderne. En Chine, par exemple, le 'transfert' de la science moderne s'est effectué sous des modalités différentes de diffusion et de réception aux deux époques des contacts avec l'Occident, respectivement aux XVII^e et XIX^e siècles³⁴.

³³ Voir, sur les techniques autochtones en Amérique précolombienne, le numéro spécial de la revue *Quipu* [1992].

³⁴ Cf. l'article de Catherine Jami dans Petitjean *et al.* [1992].

3.3. Ambiguïtés de la notion de 'périphérie'

La notion de 'périphérie' est souvent invoquée pour rendre compte de la spécificité de la situation actuelle des pays situés loin des centres de développement et dépendant d'eux, et il est souvent admis comme allant de soi qu'elle s'applique aussi à la science et à son histoire. Cependant, elle concerne plutôt les structures de la science et de la technologie actuelles dans les pays considérés (celles de notre troisième période, et de la fin de la seconde), dans leur rapport au système de production économique des pays capitalistes développés. Les limites de cette notion apparaissent dès que l'on s'intéresse, pour des pays différents, aux aspects historiques et aux évolutions des diverses disciplines et institutions scientifiques, qui requièrent l'attention à la spécificité du champ scientifique, à la réalité des interactions et des échanges, à la diversité des contributions et aux différences disciplinaires, et elle s'applique davantage à des situations statiques³⁵.

Il est d'ailleurs préférable de faire une différence entre 'science périphérique' et 'science dans la périphérie'³⁶. La première serait une science marginale en termes de contenus de connaissance et de résultats, en qualité et en quantité, comme en termes de système scientifique, éducatif et industriel. La seconde permet d'échapper à une telle problématique fermée, sans refuser *a priori* l'éventualité que des contributions majeures à la science puissent provenir de la 'périphérie', ou que la formation scientifique puisse y atteindre un niveau comparable à celle des pays du 'centre'. Elle laisse aussi la possibilité de tenir compte de différences dans cette même 'périphérie' (au sens politico-économique), où il arrive que des secteurs avancés de recherche ou de production coexistent avec une situation globale de retard au développement ou de marginalisation sociale, comme on le voit avec le Brésil, l'Inde, ou le Pakistan. Par ailleurs, la 'périphérie' varie, et n'a pas le même sens au cours de l'histoire : telle culture qui fut centrale est devenue périphérique (comme les sciences 'classiques' de langue arabe dans les pays d'Islam).

Concernant les grandes civilisations qui se sont développées en parallèle, avec ou sans interaction entre elles, le terme de 'périphérie' n'a même aucun sens, du moins au niveau mondial ; mais il reste possible de considérer la zone d'influence directe de l'une de ces cultures prise localement. Il n'est d'aucun secours pour caractériser les civilisations précolombiennes par rapport à la science européenne des périodes classique et moderne. Quant à la situation, du point de vue des réalisations scientifiques, des pays d'Amérique de la période coloniale jusqu'au XIX^e siècle (situation maintenue pour certains cas jusqu'au début du XX^e), elle n'est pas rendue de manière adéquate par l'opposition entre une 'périphérie' et un 'centre'. Les différences dans le travail et dans le profil des savants n'étaient pas si marquées : la recherche demandait moins de moyens, les livres et les instruments circulaient, les voyageurs scientifiques allaient de l'une à l'autre, sans compter l'émigration de savants et d'ingénieurs et la transplantation de

³⁵ Cf., en particulier, MacLeod [1982], Dias, Texeira & Vessuri [1983], Vessuri [1987].

³⁶ Cueto [1989], p. 28.

micro-sociétés d'origine européenne (par exemple, dans le cas de l'Argentine) qui favorisait la constance des échanges³⁷.

Même lorsque, considérant une tranche de temps récente, il reste légitime de parler de périphérie, cela ne signifie pas pour autant que toute la science de la 'périphérie' soit 'périphérique' : on y trouve des travaux remarquables, qui ne le cèdent en rien à ceux des métropoles. La liste en serait longue, des recherches microbiologiques du brésilien Oswaldo Cruz au début du siècle, des découvertes mémorables en parasitologie de son compatriote Carlos Chagas³⁸, des travaux d'endocrinologie de l'Argentin Bernardo Houssay³⁹ qui lui valurent le prix Nobel en 1947, ou des études sur la physiologie de haute altitude au Pérou⁴⁰ aux découvertes, en Inde, des physiciens Chandrasekhara Venkata Raman et Satyendra N. Bose, et aux réalisations, au Japon, de l'école de physique nucléaire, de Hantaro Nagaoka à Hideki Yukawa et Shinishiro Tomonaga, pour ne rien dire de la période contemporaine où les cas se sont multipliés et les échanges sont devenus plus nombreux. (Il serait d'ailleurs intéressant de considérer aussi, pour cette période récente, les travaux importants faits par des chercheurs originaires de la 'périphérie' dans des laboratoires et institutions scientifiques du 'Premier monde' développé). Ce qui est vrai des découvertes scientifiques l'est aussi, dans un certain nombre de cas, pour des réalisations technologiques (la médecine occupant une place à part entre les deux).

L'idée de 'périphérie' appliquée aux connaissances scientifiques, même de manière seulement implicite, a des effets pervers sur l'objectivité de l'image dominante qui est présentée de la science. Les distorsions sur le passé sont prolongées sur le présent, comme on le constate à la courte vue d'un organe comme le *Science Citation Index*, qui élimine d'emblée de ses statistiques la plupart des publications n'appartenant pas au cercle reconnu des producteurs de connaissances scientifiques, défini en fonction de critères qui privilégient les pays industrialisés, voire ceux d'expression en langue anglaise⁴¹.

3.5. Remarques sur les sciences humaines et sociales

Les travaux considérés ici concernent essentiellement les sciences exactes et naturelles, mais les sciences humaines et sociales, dont l'histoire est différente, offriraient également des enseignements très utiles sous le rapport qui nous occupe. Les conceptions et les théories adoptées y sont souvent soupçonnées d'être importées ou adaptées, en dépendance des travaux et des centres institutionnels européens et nord-américains : conçues pour un contexte différent, elles seraient déphasées par rapport à la réalité locale et porteraient la marque de l'aliénation. La question en débat est alors de savoir quelle est la part, dans le

³⁷ Cf. Paty [1992b].

³⁸ Sur Oswaldo Cruz, cf. Stepan [1976]. Sur Carlos Chagas, on attend l'ouvrage en préparation de François Delaporte. La littérature se les est aussi appropriées, avec le beau roman de Moacyr Scliar sur Oswaldo Cruz (Scliar [1992]).

³⁹ Sur Bernardo Houssay (1887-1971, voir Fogli [1971]).

⁴⁰ Cueto [1989].

⁴¹ Cf. Gaillard [1989].

choix d'objets et de théories pour les sciences sociales, des conditions reflétant les situations locales et celle de considérations de nature plus générale.

A la différence des sciences exactes, le chercheur en science humaine ou sociale est impliqué dans son objet d'étude, et cet objet, comme les considérations théoriques qu'il suscite, sont généralement dépendants du contexte social de l'époque. Dans leur formation même, récente puisqu'elles ont commencé d'être constituées selon des critères d'exigence scientifique au XIX^e siècle, ces sciences doivent beaucoup aux données recueillies dans les pays colonisés ou dépendants et aux réflexions qui ont accompagné leur collecte, elles-mêmes tributaires des informations recueillies des cultures locales. D'une manière générale, la dépendance de contexte de la recherche dans ce domaine, par exemple sur le choix de l'objet d'étude et la manière de poser des problèmes et de les interpréter, peut s'avérer un facteur d'originalité et de créativité, et non pas seulement d'aliénation.

Maria Isaura Pereira de Queiroz l'a éloquentement montré pour les travaux d'anthropologie et de sociologie effectués au Brésil au XIX^e et au XX^e siècles, analysés en rapport aux contextes socio-politiques de leurs périodes historiques respectives. Les œuvres marquantes de Gilberto Freyre sur la sociologie du Nordeste patriarcal ou de Caio Prado Jr. sur l'histoire des luttes sociales dans la région d'intense industrialisation qu'était l'Etat de São Paulo, ne sont qu'une partie émergée d'un ensemble de travaux remontant à près d'un siècle⁴². Plus obscures, ces recherches de sciences sociales sur le pays ont pu constituer un fonds original, riche de données empiriques mais aussi d'éléments d'interprétation théorique puisés en fonction de nécessités propres (diversifiant ainsi les influences) chez les auteurs reconnus des métropoles, leurs contemporains, dont les noms marquent les différentes étapes de la constitution de ces sciences. En sorte que, lorsque les sciences sociales commencèrent d'être enseignées dans les universités brésiliennes nouvellement créées, dès les années trente, les professeurs étrangers invités trouvèrent devant eux des auditeurs déjà préparés par des lectures de travaux représentant un siècle de recherches locales⁴³.

Le parcours des sciences sociales en formation qui alla, en Europe, de la réflexion théorique en chambre à l'étude des données empiriques, fut, en Amérique latine, inverse : elles y ont commencé, en raison de la situation des chercheurs dans leur milieu, par des investigations empiriques, sans l'inhibition d'idées théoriques préconçues, s'accompagnant éventuellement l'hypothèses originales, impensables ailleurs à l'époque, comme, par exemple, la valorisation du métissage, liée à la recherche d'une identité brésilienne et contraire à toutes les conceptions anthropologiques du temps⁴⁴.

4. ELEMENTS COMPARATIFS SUR LES CONDITIONS DE LA RÉCEPTION ET DE L'INTÉGRATION DE LA SCIENCE MODERNE

⁴² Queiroz [1989].

⁴³ Parmi ces enseignants contractés de l'étranger (surtout de France pour les sciences humaines) : Roger Bastide, Paul Arbousse-Bastide (sociologie), Claude Lévi-Strauss (ethnologie), Fernand Braudel (histoire), Pierre Monbeig (géographie),

⁴⁴ Aussi bien de Lucien Lévy-Bruhl que de Bronislaw Malinowski : cf. Queiroz [1989].

4.1. *L'existence d'une science traditionnelle encore vivante*

Les situations de diffusion et de réception des sciences modernes sont très différentes suivant les caractéristiques du milieu qui la reçoit : nous en avons fait état précédemment en opposant les pays “neufs” de milieux européens récemment transplantés (comme l'Australie), ceux ayant eu une ‘science coloniale’ qui s'est peu à peu transformée au contact de la science moderne, selon des processus complexes et divers d'obstacle ou de promotion, tant avant qu'après les indépendances politiques (ceci concerne notamment les pays d'Amérique latine et les Etats-Unis, avec des fortunes diverses⁴⁵), et enfin ceux caractérisés par une ancienne (parfois très ancienne) tradition scientifique encore vivace ou moribonde. Cette dernière circonstance s'avère être d'une importance considérable sur les modalités de la rencontre avec la science moderne, même si cette tradition se trouve en état de déclin ou de dégénérescence par comparaison avec l'époque de son ancienne splendeur (comme dans le cas des pays de langue arabe). Car il reste, fût-ce sous forme de vestiges, des activités et un terrain intellectuel et culturel qui composent autant de lignes de champ structurant la réception (et, d'abord, conditionnant la rencontre)⁴⁶.

Cette catégorie de situations fait elle-même ressortir, à travers les études historiques réalisées sur des pays comme la Chine, la Corée, le Japon, l'Inde, l'Iran, l'Egypte, la Tunisie, la Turquie (et les pays d'Islam en général)⁴⁷, une grande variété de cas et de facteurs caractérisant les conditions, toujours spécifiques, d'accueil, de réception et d'assimilation de la science moderne européenne.

Dans les pays de culture islamique cités, le rôle des écoles assurant la transmission de la tradition et celui de la langue nationale, vecteur de cette tradition, apparaît déterminant pour les modalités de l'introduction et du ‘transfert’ de la science moderne d'origine européenne, dont les médiateurs furent les représentants de la tradition classique (dans ses vestiges) : du moins cela a-t-il été montré pour les sciences exactes, avec cette particularité que leur tradition, même en partie oubliée, se rattachait à la ‘science classique’ dans laquelle la science moderne européenne prend son origine.

Des leçons semblables, mais toujours spécifiques, sont fournies par d'autres cas portant sur des lieux et des circonstances différents. Pour des savoirs traditionnels vivaces, la réception des connaissances importées s'effectue au travers de son intégration dans le corpus des connaissances pré-existantes dans le domaine correspondant (voir, dans la Chine de la fin du XIX^e siècle, le cas de

⁴⁵ L'une des racines de la différence dans l'acclimatation des sciences entre les pays d'Amérique latine et ceux d'Amérique du Nord est que les seconds (Etats-Unis et Canada) furent des colonies de peuplement, alors que les premiers furent originellement des colonies d'exploitation.

⁴⁶ Cet aspect est clairement analysé par Rashed [1992].

⁴⁷ Voir les articles de Roshdi Rashed, de Ekmeleddin Ihsanoglu et de Alberto Elena dans Petitjean *et al.* [1992], ainsi que Ihsanoglu [1992]. *A contrario*, le cas des civilisations précolombiennes, indépendamment du fait de savoir de quelle nature était leurs sciences, est caractérisé par un génocide culturel, d'où résulte une discontinuité entre la tradition ancienne et la science appelée à s'implanter.

l'introduction de la médecine européenne au Yunnan⁴⁸). Des spécialistes d'histoire des sciences dans les pays d'Asie ont pu relever que la confrontation entre les connaissances traditionnelles et les connaissances modernes, en particulier en ce qui concerne la médecine ou la technologie, aboutit souvent tantôt à mettre en évidence l'intérêt actuel des premières, tantôt à intégrer les deux corps de savoir en un syncrétisme original⁴⁹.

Le Japon offre sur trois siècles, du XVII^e au XX^e, trois types de réponses différentes aux interactions entre sa propre tradition scientifique et celle venant d'Europe occidentale. Si les premiers contacts furent établis au XVII^e siècle, cette période, qui voyait l'épanouissement d'une tradition scientifique locale, fut marquée par une volonté d'isolement et de rejet des influences extérieures (les missionnaires furent expulsés). Le XVIII^e siècle vit une certaine ouverture au monde occidental (surtout à travers les négociants hollandais), et la diffusion d'ouvrages scientifiques traduits en chinois par les Jésuites : étaient appréciées, en particulier, la médecine et la botanique. Mais la science européenne ne pénétra vraiment que dans la deuxième moitié du XIX^e siècle, lors de la modernisation rapide qui caractérisa la restauration Meiji de 1868. Si les mathématiques venues d'Occident, notamment, y furent très rapidement assimilées et cultivées d'une manière exceptionnellement rapide, l'existence d'une école traditionnelle (la tradition Wasan) bien développée et vivace avant l'ère Meiji n'y fut certainement pas étrangère⁵⁰. Mais un autre facteur du succès réside dans le lien des mathématiques à leurs applications et, en l'occurrence, dans les besoins du gouvernement japonais d'alors en technologie militaire.

Cette diversité de réponses à la science occidentale en fonction des circonstances permet de soulever un certain nombre de problèmes, de nature pour ainsi dire structurelle, qui conditionnent la réception ou, pour mieux dire peut-être, l'appropriation, de cette science. Mentionnons, parmi ces problèmes : le rôle du système traditionnel dans lequel les fonctionnaires ont été éduqués, les conflits entre les pratiques traditionnelles et les connaissances importées ; la dynamique des rapports qui s'établissent entre les savoirs appris et la notion occidentale de science (par exemple, dans le cas du Japon, un passage a pu être constaté, de l'intérêt traditionnel pour les plantes médicinales au développement de la botanique comme une connaissance autonome) ; la mise en place de nouvelles institutions d'enseignement ; l'importance des traductions en langues vernaculaires locales dans la transmission des connaissances scientifiques (voir, à cet égard, le rôle considérable joué, en Inde, par les traductions et par les réseaux de diffusion scientifique dans les langues nationales, ordou, bengali ou sanscrit⁵¹) ; l'effet des questions de nature linguistique ; la diffusion de livres⁵²... Un aspect dont on ne saurait surestimer l'importance concerne l'enseignement : il aura fallu, pour réussir

⁴⁸ Contribution de Elisabeth Hsü à *Science et empires* [1990].

⁴⁹ Contributions de Fumihiko Satofuka (sur le Japon), de Sunil Sondhi (sur l'Inde) et de Bing Wang (sur la Chine) à *Science et empires* [1990].

⁵⁰ Voir les contributions de Shokichi Ianaga et de C. Jami à Petitjean *et al.* [1992].

⁵¹ Habib [1985], Krishna [1993] et leurs articles dans Petitjean *et al.* [1992], ainsi que Raina [1992, 1993, 1996a et b]. Voir, pour le cas du Sri Lanka, la contribution de Soma Kuma Mendis à TWAS [1990].

⁵² Hallewell [1982].

la naturalisation de la science et de la technologie modernes, une réforme radicale du système d'éducation (voir, par exemple, le cas de l'Egypte de la deuxième moitié du XIX^e siècle⁵³).

4.2. *La science, les élites et les Etats*

Le succès du 'transfert' de la science moderne dans un pays ou une région déterminée (le Japon de l'ère Meiji, l'Egypte de Mehemet Ali, le Mexique républicain de Porfirio Diaz⁵⁴) doit beaucoup à la volonté décidée des élites et des autorités locales. En Amérique latine, les universités et les institutions de recherche au sens moderne ne sont apparues qu'après les indépendances nationales et sous l'impulsion d'un véritable mouvement dans cette direction⁵⁵. En Chine, les mathématiques venues d'Occident n'ont vraiment commencé d'être adoptées, malgré les contacts antérieurs avec l'Europe, qu'au XIX^e siècle⁵⁶, à la faveur du mouvement d'occidentalisation et de réformes, c'est-à-dire suite à une décision de la part des autorités nationales, d'ailleurs pour des raisons pratiques, en particulier militaires, et la connaissance scientifique importée était tenue dans un statut de subordination à la philosophie et à la morale. Cette manière de considérer la science en tant que simple outil limitait la portée de son introduction, et ce n'est véritablement qu'au XX^e siècle que les mathématiques venues d'Europe, pour en rester à ce cas, seraient assimilées. Comme tout ceci se passait dans le contexte de la soumission du pays aux puissances occidentales, la situation des sciences en Chine de la première époque à la dernière a pu être résumée par la formule : "du déclin à l'aliénation"⁵⁷.

Dans tous les cas considérés, l'intégration de la science moderne, tant par l'action de ses protagonistes que par la création et le développement de structures et d'institutions d'enseignement et de recherche, a constitué un facteur très important de la constitution ou de la modernisation des Etats. Le rôle joué par les physiciens et naturalistes dans les mouvements nationalistes des pays d'Amérique du Sud qui ont conduit à l'indépendance est bien connu : José Bonifacio, géologue et homme politique au Brésil, José Celestino Mutis et son expédition botanique à travers la Nouvelle Grenade (la Colombie et le Vénézuéla actuels)⁵⁸ ont acquis à cet égard valeur de symboles. Mais ces savants, héritiers

⁵³ Rashed [1992].

⁵⁴ Cf les articles de R. Rashed et de Juan José Saldaña dans Petitjean *et al.* [1992]. Au Mexique, l'analogie du système de la science et de l'Etat avec celui de la France de la Révolution et du XIX^e siècle concernait plus l'aspect idéologique que la politique scientifique.

⁵⁵ Cf. Paty [1992b].

⁵⁶ Les Jésuites, au XVII^e siècle, avaient apporté des connaissances modernes d'astronomie et de mathématiques, utiles à la réforme du calendrier chinois, et dans une période de redynamisation des mathématiques chinoises anciennes. Mais cette importation était restée très limitée et fragmentaire et ne concernait d'ailleurs qu'une petite élite.

⁵⁷ Article de C. Jami dans Petitjean *et al.* [1992] ; contributions de Annick Horiushi et C. Jami dans *Science et Empire* [1990].

⁵⁸ Sur José Bonifacio, voir Tarquinio de Souza [1945]. José Celestino Mutis y Bossio (1732-1808) est l'auteur d'une monumentale *Flora de la real expedición botánica del Nuevo Reino de Granada* en 51 volumes : voir aussi Mutis [1983].

des idées des Lumières, requis par les jeunes Républiques pour des tâches d'encadrement et de gouvernement, s'y laissèrent absorber, et ne furent plus disponibles pour le développement des sciences. En fin de compte, malgré l'implication d'origine de la science dans la constitution des Etats politiques, les projets en la matière restèrent la plupart du temps lettre morte.

L'intégration de la science moderne et la contribution à son essor varient suivant les disciplines, souvent choisies en fonction de considérations pragmatiques. Mais son succès, pour un vrai 'transfert', demande de ne pas se restreindre à l'enseignement et à la technologie, et d'œuvrer pour des activités de recherche : les études de cas montrent que l'absence de cette dimension entraîne une dépendance scientifique.

On a pu souligner l'importance, dans le développement d'une recherche propre, du rôle de l'activité des musées d'histoire naturelle⁵⁹. D'une manière générale, le processus d'institutionnalisation des sciences résulte d'une évolution, marquée par des rythmes et des structures, divers suivant les situations, faisant passer ici des besoins de l'enseignement à ceux de la recherche⁶⁰, suscitant là la fondation d'universités modernes, éventuellement favorisée par l'existence de réseaux internationaux universitaires et scientifiques⁶¹.

4.3. Remarques diverses

La science moderne ne s'est pas seulement diffusée dans les pays périphériques ou dépendants. Elle s'y est également enrichie : certaines de ses disciplines sont nées, ou se sont transformées, à partir des connaissances relatives à ces contrées (constitution de l'ethnologie⁶², de la médecine tropicale⁶³, de l'égyptologie, de telle technologie particulière⁶⁴, transformations dans les sciences naturelles⁶⁵, etc.). Sans compter les influences en retour des expéditions et des voyages scientifiques sur l'éveil d'un intérêt de la part des 'centres' ou métropoles envers les contrées 'périphériques', et sur les idées, notamment philosophiques et politiques, telles que l'unité du genre humain ou la vocation de la connaissance à l'universalité⁶⁶.

⁵⁹ Notamment au Brésil et dans d'autres pays d'Amérique latine. Cf. Margaret Lopes in Petitjean *et al* [1992], Domingues [1995], Figueroa [1995].

⁶⁰ Voir, p. ex., V. Krishna, D. Raina & I. Habib, in Petitjean *et al* [1992].

⁶¹ Voir le cas de l'Université de São Paulo, au Brésil dans les années 30 (Cf. Petitjean, in Hamburger *et al.* [1996]).

⁶² Queiroz [1989]. Voir plus haut.

⁶³ Delaporte [1989], A.-M. Moulin, article dans Petitjean *et al* [1992], M. Worboys contribution à *Science et Empire* [1990].

⁶⁴ Cf., p. ex., Gama [1979].

⁶⁵ Voir, p. ex., l'effet en retour de la 'science de l'Empire', en Inde, sur l'entomologie en Angleterre (Worboys [1979]).

⁶⁶ Mentionnons Michel de Montaigne (*Les Essais*, 1572-1592), Jean-Jacques Rousseau (*Discours sur l'origine de l'inégalité des hommes*, 1753, *L'Emile*, 1762), Denis Diderot (*Supplément au voyage de Bougainville*, 1773), Guillaume-Thomas Raynal (*Histoire philosophique et politique des établissements et du commerce dans les deux Indes*, 1770), etc. Voir aussi, p. ex., Franco [1937].

Les transformations de branches entières de la science, comme la géographie, la botanique, la zoologie, voire la constitution de nouvelles disciplines comme l'anthropologie, sont reliées aux travaux des voyageurs scientifiques, tant individuels que participant à des expéditions organisées, ou encore à la mise sur pied de commissions scientifiques liées à des projets de colonisation (trois sont bien connues, au XIX^e siècle : celles d'Egypte et du Mexique, suscitées par la France, et la Comisión científica del Pacifico, par l'Espagne⁶⁷). Ces dernières ont indéniablement contribué à accroître le corpus des connaissances de la science moderne, notamment en effectuant l'inventaire de nouveaux champs d'études. Mais la question de savoir si elles ont favorisé des transferts de connaissances, et contribué d'une manière ou d'une autre au développement technique et social des sociétés concernées, reste controversée⁶⁸ : leur éventuelle influence à cet égard est d'autant plus difficile à estimer qu'elle fut indirecte et à longue portée dans le meilleur des cas. Des effets ont pu jouer sur les développements ultérieurs, dans le contexte des indépendances nationales, ce contexte contribuant d'ailleurs à les masquer.

Le thème des voyageurs scientifiques est particulièrement intéressant du point de vue qui nous occupe ici : ceux du XVIII^e (voire de la fin du XVII^e) au XIX^e siècles ont non seulement contribué à la constitution de la science moderne, mais ont eu un impact sur les pays concernés dans leur éveil scientifique (mais aussi dans la dissémination des idées, comme celles des Lumières et de la Révolution française, qui serait un facteur de la prise de conscience nationale et sociale, notamment dans les pays d'Amérique hispanique en chemin vers l'indépendance). Le succès relatif sur le plan scientifique de ces voyages ou expéditions fut en fonction directe des motivations et des modes de leur réalisation. Lorsque la science ne constituait (au mieux) qu'une motivation secondaire (dans le cas des entreprises de marchands, de corsaires, de militaires, de politiques), les résultats obtenus dans cet ordre furent généralement d'un intérêt médiocre, au contraire des expéditions menées dans un but expressément scientifique, même mêlé à d'autres motivations, qui ont fourni des contributions de valeur, et dont l'interdisciplinarité est un trait frappant⁶⁹.

Le voyage de La Condamine et Bouguer en Amérique du Sud, de 1735 à 1743, est justement resté célèbre. Envoyés par l'Académie des sciences de Paris pour mesurer un degré de méridien à l'équateur et vérifier le renflement de la sphère terrestre conforme à la théorie newtonienne de la gravitation, le groupe de savants obtint des résultats considérables non seulement pour la physique, mais

⁶⁷ L'expédition d'Egypte a donné lieu, comme on le sait, à un ouvrage monumental, *La description de l'Egypte*, publiée en 1809-1830 sous les auspices de l'Académie des sciences de Paris. Voir *Description de l'Egypte* [1809-1828], Laissus [1998]. Un récit très vivant de l'expédition, lisible par un large public a été publié récemment (Solé [1998]). Sur les Commissions du Pacifique et du Mexique, cf. L. Lopez-Ocón, contrib à *Science et Empires* [1990].

⁶⁸ Outre les références de la note précédente, signalons : Fernandez [1956], Hernandez-Saenz [1997], Bourguet [1998]. Les uns nient qu'un transfert aient eu lieu, tandis que les autres font état de certaines réalisations. Le fait qu'un développement effectif ait été possible grâce à la volonté de libres administrations gouvernementales n'interdit pas des préparations, comme dans le cas colonial ordinaire.

⁶⁹ Cf. les contributions de Manuel Vegas-Velez, de J. Pimentel et de J. de la Sota Rius, à *Science et Empires* [1990].

dans de nombreux domaines des sciences de la nature⁷⁰. L'expédition espagnole effectuée à la fin du XVIII^e siècle vers la Patagonie et la côte occidentale de l'Amérique du Sud est également restée dans les annales. Deux autres grands voyages ont eu une importance prépondérante pour la connaissance de l'Amérique du Sud : celui de Alexandre von Humboldt et Aimé Bonpland dans la partie septentrionale, et celui d'Alcide d'Orbigny dans la partie méridionale⁷¹.

Il serait instructif également de s'intéresser au thème des 'voyageurs inverses', provenant des pays 'périphériques' ou extra-européens vers l'Europe⁷², et l'on pourrait rattacher à ces enquêtes d'autres cas plus anciens, qui témoigneraient peut-être pour des permanences dans la curiosité à l'égard de la nature et de l'homme, dans le désir de connaître et de communiquer. Il existe peut-être, sous-jacente à cette dimension d'ouverture, une recherche profonde d'universalité telle que celle chantée par le poète portugais Luiz Camoens dans ses *Lusiadas*, transcendant le cas particulier du voyage de Vasco de Gama pour exprimer "l'aventure symbolique de la communication humaine à l'échelle universelle" et faire "la vérification pour ainsi dire expérimentale que l'humanité est une seule, partout semblable et différente"⁷³.

5.ELEMENTS DE CONCLUSION.

Nous nous sommes proposés, au long de ce travail, de tirer quelques leçons du chapitre relativement nouveau de l'histoire des sciences qui porte sur l'établissement de la science (au sens où nous l'entendons aujourd'hui), dans les pays appelés communément 'en voie de développement' et qui ont été, dans un passé récent, l'objet de colonisation ou de domination par les nations européennes. Notre propos n'était pas d'apporter des données nouvelles, et nous nous en sommes tenus aux études de cas présentées dans la littérature, sans prétendre être exhaustifs, mais en essayant de tenir compte des publications significatives les plus récentes dans plusieurs langues.

Nous voulions examiner, tout d'abord, en quoi ces données et ces recherches modifient la discipline 'histoire des sciences' elle-même et son objet, et nous avons proposé quelques considérations sur leur élargissement et leur plus grande ouverture. Puis, prenant un point de vue comparatif sur des situations et des contextes divers, nous avons esquissé l'inventaire de quelques thèmes majeurs de ce champ relativement spécifique de l'histoire des sciences, pour en faire ressortir les différences, les convergences, voire les traits communs et les constantes. Ce qui caractérise, de fait, le champ en question, c'est la diversité des conditions et des circonstances de l'implantation dans ces pays de la science moderne, telle qu'elle s'est développée depuis le XVII^e siècle dans les pays européens. Ces circonstances vont de sa rencontre avec l'héritage d'anciennes

⁷⁰ Lafuente & Delgado [1984].

⁷¹ Les ouvrages publiés par ces savants explorateurs sont bien connus. Sur ces expéditions, voir, p. ex., Minguet [1969], Lafuente & Delgado [1984], J. de la Sota Rius, contrib à *Science et Empires* [1990]. Sur les voyageurs scientifiques, voir aussi Denis [1995], Bourguet [?].

⁷² Efendi [1757], éd. 1981.

⁷³ Lourenço [1988].

traditions culturelles et scientifiques (dont elle fut elle-même, dans certains cas, tributaire) jusqu'à une importation simple et directe, dans le cas des 'pays neufs'.

Cette variété, qui réclame des études différentielles de cas, ne renvoie pas à une dispersion de descriptions factuelles morcelées. Il n'est pas nécessaire, pour saisir une certaine unité dans cette diversité, ou du moins pour en mettre des éléments en rapport, de recourir à des modèles explicatifs d'ambition totalisante, toujours schématiques et visant à illustrer des thèses *a priori* plus qu'à discerner et à comprendre. La méthode la plus sûre est bien l'analyse comparative, qui demande, il est vrai, de savoir déceler les éléments conceptuels sensibles et significatifs sous-jacents aux données descriptives. Ces éléments conceptuels sont de deux sortes : les uns sont relatifs aux contenus scientifiques, les autres aux contextes historiques. Leur conjonction structurelle dans les situations et les problèmes évoqués permet d'enrichir notre conception d'une histoire sociale des sciences qui prenne pleinement en compte et la spécificité de la science (ou des sciences) et la dimension de l'histoire. Même prise dans le contexte de l'histoire sociale, la notion de science comme corps de connaissance reste ordonnée autour d'idées et de pratiques reliées à ces idées, ces relations jouant dans les deux sens, et les idées étant elles-mêmes rattachées à des représentations du monde.

La mise en évidence de facteurs favorisant l'assimilation (mieux : l'appropriation) des connaissances scientifiques nous rappelle opportunément combien ces dernières, même sous une forme abstraite, sont inséparables d'un terreau de culture et que leur implantation dépend d'un *intérêt* volontaire de la part des individus comme des sociétés. En bref, la science est une sorte de plante, qui a besoin d'un environnement et de soins appropriés, et de projets équilibrés pour son transport et son établissement. (Une plante à vocation universelle de la raison, et sur cette universalité, et les questions qu'elle suscite, les études de ce champ historique ont encore beaucoup à nous apprendre⁷⁴). Elle n'est aucunement comme un objet technique tout fait pour l'usage de simples consommateurs.

Cela nous rappelle opportunément que la science est *pensée*, et que ses aspects sociaux et son utilité trouvent leur source, en dernier ressort, dans l'intelligence de subjectivités, ces dernières constituant le tissu des sociétés. Toutes ces leçons sur la science aident à redécouvrir ce que l'évocation du 'pouvoir de la science' dans des contextes de dépendance pouvait tendre à nous faire oublier : pour l'homme en tant que doué de subjectivité, c'est-à-dire pour chacun, la science (celle à laquelle il peut accéder, telle qu'elle surgit dans sa tête) n'est pas pouvoir mais liberté, dans le même sens où c'est liberté que de faire usage de sa propre raison. Mais la transformation (sociale) qui en est faite ensuite en pouvoir, et parfois en oppression, n'est pas d'une autre nature que celles qui produisent du pouvoir, ou de l'oppression, à partir des rapports humains.

Ainsi la nature des leçons que l'on peut déjà tirer de l'étude comparative concerne-t-elle aussi bien l'*histoire des sciences*, dans sa spécificité comme dans son rapport à l'histoire en général, que l'*épistémologie*, par les aspects qui portent sur les contenus des sciences au niveau de leur élaboration, de leur transformation, de leur communication et de leur appropriation, mais aussi la *philosophie de la connaissance*, sollicitée de tenir compte de la réalité effective de

⁷⁴ Cf. Paty [1997, 1999].

la science, comme activité de pensée et comme pratique sociale.

BIBLIOGRAPHIE

ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria e MAIA, Carlos A. [eds., 1996]. *História da ciência: o mapa do conhecimento (America 500 anos)*, Coleção América 92: Raízes e trajetórias, vol. 2, Expressão e Cultura, Rio de Janeiro / EDUSP, São Paulo, 1995-1996.

ALVAREZ-PELAES, Raquel [1993]. *La conquista de la naturaleza americana*, CSIC, Madrid, 1993.

d'AMBROSIO, Ubiratão [ed., 1989]. *Anais do Secundo Congresso Latino-Americano de Historia da Ciência e da Tecnologia*, São Paulo, 1988, Nova Stella/EDUSP, São Paulo, 1989.

ARBOLEDA, Luis Carlos y OSORIO, Carlos [eds., 1997]. *Nacionalismo e internacionalismo en la historia de las ciencias y la tecnología en America latina*, Universidad del Valle, Cali (Colombia), 1997.

BASSALLA, George [1967]. The spread of western science, *Science* 156, 1967, 616-22.

BOURGUET, Marie-Noëlle [199?]. .

BOURGUET, Marie-Noëlle *et. al.* (éd.) [1998]. *L'invention scientifique de la méditerranée*, EHESS, Paris, 1998.

CHATELIN, Yvon & BONNEUIL, Christophe [éds., 1996]. *Nature et environnement* (collection *Les Sciences hors d'occident au XXè siècle*, R. Waast ed, vol.3), ORSTOM, Paris, 1995.

COLCIENCIAS [ed., 1994]. *Francisco Joseph de Caldas y Thenorio (1768-1816)*, Molinos Velasquez, Bogotá, 1994.

CUETO, Marcos [1989]. *Excellencia científica en la periferia. Actividades científicas e investigación biomédica en el Perú, 1890-1950*, GRADE/CONCYTEC, Lima, 1989.

DEL RIO, Andrès Manuel [1795-1805]. *Elementos de Orictognosia*, 2 vols., Zúñiga y Ontiveros, Mexico : vol. 1, 1895 ; vol. 2, 1805. Ré-impression fac-simile, éditée avec une Etude introductive par Raúl K. Kogan, Universidade autónoma, Mexico, 1992.

DELAHAYE, Hubert & JAMI, Catherine [eds., 1993]. *L'Europe en Chine. Interactions scientifiques, religieuses et culturelles aux XVII^e et XVIII^e siècles*. (Actes du colloque de la Fondation Hugot, 14-17 octobre 1991, Paris, Collège de France), Mémoires de l'Institut des Hautes Études Chinoises, vol. 34.

DELAPORTE, François [1989]. *Histoire de la fièvre jaune. Naissance de la médecine tropicale*, Payot, Paris, 1989.

DENIS, Gilles [1996]. *Les voyageurs naturalistes français en Colombie ou comment les voyages ont participé à la construction de la science*, Paris, Muséum national d'histoire naturelle, 1996.

DESCRIPTION DE L'EGYPTE [1809-1828]. *La Description de l'Egypte ou recueil des observations et des recherches qui ont été faites en Egypte pendant l'expédition de l'armée française*, 1ère éd., 9 vols. et 11 vols. de planches, Paris, 1809-1828; 2ème éd., 26 vols. et 11 vols. de planches, Panckoucke, Paris, 1821-

1830.

DIAS, Elena, TEIXERA, Yolanda & VESSURI, Hebe [1983]. *La ciencia periférica. Ciencia sociedade en Venezuela*, Monte Avila ed., Caracas, 1983.

DIEZ TORRE, Alejandro R., MALLO, Tomás & FERNANDEZ, Daniel Pacheco [eds, 1995]. *De la Ciencia Ilustrada a la Ciencia Romántica*, Doce Calles, Madrid, 1995.

DOMINGUES, Heloisa Maria Bertol [1995]. *Ciência, um caso de política : as relações entre as ciências naturais e a agricultura no Brasil Império*, Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 1995. (Voir un résumé détaillé par l'auteur dans *Resgate, revista de cultura* (Campinas, Brésil), n°7, dez. 1997, 121-126).

DROUIN, Jean-Marc [1989]. De Linné à Darwin : les voyageurs naturalistes, in Serres, Michel (éd.), *Eléments d'histoire des sciences*, Bordas, Paris, 1989.

EFENDI, Mehmed [1757]. *Le paradis des infidèles. Relation de Yirmisekiz Çelebi Mehmed efendi, ambassadeur ottoman en France sous la Régence*, traduit de l'ottoman par Julien-Claude Galland, Paris, 1757. Nlle éd. avec intr. et notes par Gilles Veinstein, Maspero, Paris, 1981.

FARRINGTON, Benjamin [1944]. *Greek science. Its meaning for us*, 1944-, Penguin books, 1953 ; trad. fr., *La science grecque*, Payot, Paris, 1960.

FERNANDEZ DEL CASTILLO, Francisco [1956]. *Historia de la Academia Nacional de Medicina en Mexico*, Editorial Fournier, Mexico, 1956.

FERRAZ, Márcia Helena Mendes [1997]. *As ciências em Portugal e no Brasil (1772-1822) : o texto conflituoso da Química*, Educ/Fapesp, São Paulo, 1997.

FIGUEROA, Silvia F. de M. [1995]. *Ciência na busca do Eldorado : a institucionalização das ciências geológicas no Brasil (1808-1907)*, Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 1995.

FOGLIA, V. [1971]. Bernardo Alberto Houssay (1887-1971), *Acta physiologica latino-americana* 21, 1971, 267-285.

FRANCO, Affonso Arino de Mello [1937]. *O índio brasileiro e a Revolução francesa. As origens brasileiras da teoria da bondade natural*, José Olympio, Rio de Janeiro, 1937.

GAILLARD, Jacques [1989], La science du tiers monde est-elle visible?, *La Recherche* 20, 1989 (n°210, mai), 636-640.

GAMA, Ruy [1979]. *Engenho e tecnologia* (thèse, 1979), Duas Cidades, São Paulo. 1983.

- [1987]. *A tecnologia e o trabalho na história*, Nobel/Edusp, São Paulo, 1987.

- [ed., 1993]. *Ciência e técnica. Antologia de textos históricos*, Queiroz, São Paulo, 1993.

HABIB, Irfan [1985]. Institutional efforts : popularization of science in the mid nineteenth century, *Fundamenta scientiae* 6 (n° 4), 1985, 299-312.

HABIB, Irfan & RAINA, Dhruv (eds.), *Science the refreshing river. History of science and civilizations*, Oxford University Press (New Delhi), 1998.

HALLEWELL, Laurence [1982]. *Books in Brazil. A history of the publishing trade*, Scarecrow press, Metuchen (N.J.) and London, 1982.

HAMBURGER, Amelia Imperio, DANTES, Maria Amelia, PATY, Michel & PETITJEAN, Patrick [eds., 1996]. *A ciência nas relações Brasil-França (1850-1950)*, EDUSP, São Paulo, 1996.

HEADRICK, Daniel R. [1981]. *The Tools of Empire. Technology and European Imperialism in the Nineteenth Century*, Oxford Univ. Press, 1981.

HERNANDEZ-SAENZ, Luz Maria [1997]. *Learning to Heal*, Peter Lang, New York, 1997.

INKSTER, Ian [1985]. Scientific enterprise in historical context, *Social studies of science* 15, 1985, 677-706.

IHSANOGLU, Ekmeleddin [1992]. *Transfer of modern science & technology to the muslim world*, Istambul, 1992.

JAMI, Catherine, HASHIMOTO, Keizo & SKAR, Lowell [eds., 1995]. *East Asian Science: Tradition and Beyond. Papers from the Seventh International Conference on the History of Science in East Asia. Kyoto, 2-7 August 1993*, Kansai University Press, Osaka, 1993.

KRISHNA, V. V. [ed., 1993]. *SS Bhatnagar on Science, Technology and Development, 1938-54*, Wiley Eastern Ltd, New Delhi, 1993.

KUMAR, Deepak [ed., 1991]. *Science and empires: essays in Indian context*, Anamika Prakashan, New Delhi, 1991.

- [1995]. *Science and the Raj, 1857-1905*, Oxford University Press, New Delhi, 1995.

LAFUENTE, Antonio & DELGADO, Antonio [1984]. *La geometrización de la Tierra. Observaciones y resultados de la Expedición geodésica hispano-francesa al Virreynato del Perú (1735-1744)*, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas, Madrid, 1984.

LAFUENTE, Antonio & CATALA, José Sala [eds., 1992]. *Ciencia colonial en America*, Alianza Universal, Madrid, 1992.

LAFUENTE, Antonio & SALDAÑA, Juan José [1987]. *Nuevas tendencias en la historia de las ciencias*, CSIC, Madrid, 1987.

LAISSUS, Yves [1998]. *L'Egypte, une aventure savante, 1798-1801*, Fayard, Paris, 1998.

LOURENÇO, Eduardo [1988]. L'épopée lusitanienne, *Critique*, sept. 1988.

MACLEOD, Roy [1982]. On visiting the moving metropolis : reflections on the architecture of imperial science, *Historical records of australian science* 5, 1982, n°3, 1-16 ; également in Reingold, Rothenberg [1987].

MACLEOD, Roy [ed., 1988]. *The Commonwealth of science: ANZAAS and the scientific enterprise in Australia, 1888-1988*, Oxford University Press, Melbourne, 1988.

MINGUET, Charles [1969]. *Alexandre de Humboldt, historien et géographe de l'Amérique espagnole (1799-1804)*, Institut des Hautes Etudes d'Amérique Latine, Paris, 1969.

MOTOYAMA, Shozo [ed, 1994]. *Tecnologia e industrialização no Brazil*, UNESP, São Paulo, 1994.

MUTIS [Collectif, 1992]. *Mutis y la real expedición botánica del nuevo Reyno de Granada*, Villegas, Bogotá /Lundweg, Barcelona, 2 vols., 1992.

NAKAYAMA, Shigeru [1987]. Periodization of the East Asian history of science, *Revue de Synthèse* 108, 4^e série, n° 3-4, juillet-décembre 1987, 375-380.

OSORIO, I. [1986]. *Historia de las bibliotecas novohispanicas*, Secretaria de Educación Pública, México, 1986.

PALLADINO, Paolo & WORBOYS, Michael [1992]. Science and imperialism, *Isis*, 84 (1993): 91-102.

PATY, Michel [1990]. *L'analyse critique des sciences, ou le tétraèdre épistémologique (sciences, philosophie, épistémologie, histoire des sciences)*, L'Harmattan, Paris, 1990.

- [1992b]. L'histoire des sciences en Amérique latine, *La Pensée*, n°288-289, 1992, 21-45.

- [1996a]. Sobre o estudo comparativo da história da difusão e da integração das ciências, in Alfonso-Goldfarb & Maia [1996], p. 837-880.

- [1996b]. A recepção da relatividade no Brasil e a influência das tradições científicas europeias, in Hamburger, Dantes, Paty, Petitjean [1996], p. 143-181.

- [1996c]. Remarques sur la production sociale des sciences et la question de la vérité, in Malet, Emile et Le Bras, Hervé (éds.), *Science et démocratie. Penser le XXI^e siècle*, Editions Passages, Paris, 1996, p. 185-219.

- [1997]. L'idée d'universalité de la science et sa critique philosophique et historique, in Arboleda & Osorio [1997], p. 57-89. Egalement, *Asclepio* (Madrid), 49 (2), 1997, 5-43.

- [1998]. Universality of Science : Historical Validation of a Philosophical Idea, in Habib & Raina [1998], p. 303-324.

PETITJEAN, Patrick [éd., 1996]. *Les sciences coloniales. Figures et institutions*, Série Les sciences hors d'Occident au XX^e siècle (cf. Waast [1996]), ORSTOM, Paris, 1996.

PETITJEAN, Patrick, JAMI, Catherine & MOULIN, Anne-Marie [eds., 1992], *Sciences ad Empires*, Kluwer, Dordrecht, 1992.

POLANCO, Xavier [ed., 1990]. *Naissance et développement de la science-monde. Production et reproduction des communautés scientifiques en Europe et en Amérique latine*, La Découverte, Paris, 1990.

PYENSON, Lewis [1985a]. Functionaries and seekers in Latin America : missionary diffusion of the exact sciences, 1850-1930, *Quipu*, 2, 1985, 387-422.

- [1985b]. *Cultural imperialism and exact sciences : German expansion, 1900-1930*, New York, 1985.

- [1989a]. *Empire of reason: exact sciences in Indonesia, 1840*, Brill, Leiden, 1989.

- [1989b]. Pure learning and political economy : science and european expansion in the age of imperialism, in Wisser *et al* [1989], p. 209-278.

QUEIROZ, Maria Isaura Pereira de [1989]. Desenvolvimento das clênclas sociais na America latina e contribuição européia : o caso brasileiro, *Ciencia e Cultura*

(SBPC, São Paulo), 41, 1989 (n° 4, abril), 378-388 ; également dans Hamburger *et al* [1996], p. 229-258.

QUEVEDO, Emilio, VASCO, Carlos, OBREGON, Diana & OROZCO, Luis Enrique [eds., 1993]. *Historia social de la ciencia en Colombia*, Colciencias, Bogotá, 10 vols., 1993.

QUIPU [1992]. Historia de la tecnología autóctona, *Quipu* (Mexico) (Mexico), 9, 1992, n°2 (may-august), 131-254.

RAHMAN, Abdur [ed., 1984]. *Science and technology in Indian culture. A historical perspective*, Nistads, New Delhi, 1984.

RAINA, Dhruv [1992]. Mathematical foundations of a cultural project or Ramachandra's treatise "Through the unsentimentalised light of mathematics", *Historia mathematica* 19, 1992, 371-384.

- [1993]. The unfolding of an engagement : "The Dawn" on science, technical education and industrialisation : India, 1896-1912, *Studies in History* 9, 1993, n°1, 87-117.

- [1996a]. Reconfiguring the Centre : The structure of scientific exchanges between colonial India and Europe, *Minerva* 34, 1996, 161-176.

- [1996b]. The moral legitimization of modern science : Badralok reflexions on theories of evolution, *Social Studies of Science*, 26, 1996, 9-42.

RASHED, Roshdi [1978]. La notion de science occidentale, in Forbes, E.G. (ed.), *Human implications of scientific advance*, Edinburgh, 1978, p. 45-54 ; repris dans R.R., *Entre arithmétique et algèbre*, Les belles lettres, Paris, 1985.

- [1987]. La périodisation des mathématiques classiques, *Revue de Synthèse* 108, 4è série, n° 3-4, juillet-décembre 1987, 349-360.

- [1992]. Science classique et science moderne à l'époque de l'expansion de la science européenne, in Petitjean, Jami, Moulin [1992], p. 19-30.

REINGOLD, N. & ROTHENBERG, M. [eds., 1987]. *Scientific colonialism : a crosscultural comparison*, Smithsonian Institution Press, Washington, 1987.

SALDAÑA, Juan-José [1989]. La influencia de la Revolución francesa en la modernización científica de México, *Arbor* (Madrid), n° 527-528, 1989, 135-158.

- [ed, 1992]. *Las origenes de la ciencia nacional*, Cadernos de Quipu4, Mexico, 1992.

SALIBA, George [1987]. The role of Maragha in the development of Islamic astronomy : a scientific revolution before the Renaissance, *Revue de Synthèse* 108, 4è série, n' 3-4, juillet-décembre 1987, 361-374.

SANGWAN, Satpal [1991]. *Science, technology and colonisation. An Indian experience, 1757-1857*, Anamika Prakashan, New Delhi, 1991.

SARTON, George [1931]. *Introduction to the history of science*, 3 vols. en 5 tomes, Wilkins, Baltimore, 1931 ; Krieger, Hutington, New York, 1975.

SCHRØDER-GRUDEHUS, Brigitte [1966]. Caractéristiques des relations scientifiques internationales, 1870-1914, *Cahiers d'histoire mondiale* 10, 1966, 161-177.

SCHRÖDINGER, Erwin [1950]. Are there quantum jumps ?, *The British Journal*

for the Philosophy of science, 3, 1952, n°10.

SCIENCE ET EMPIRES [1990]. *Essais non publiés présentés au* *Unpublished essays presented to the Congrès international Science et empires*, Paris, avril 1990.

SCLIAR, Moacyr [1992]. *Sonhos tropicais*, Companhia das Letras, São Paulo, 1992.

SOLE, Robert [1998]. *Les savants de Bonaparte*, Seuil, Paris, 1998 (D'abord publié en feuilleton dans *Le Monde*, du 14 au 27 juillet 1998).

STEPAN, Nancy [1976]. *Beginnings of brazilian Science : Oswaldo Cruz Medical Research and Policy*, New York, 1976.

TARQUINIO DE SOUZA, Octávio [1945]. *José Bonifacio*, José Olympio, Rio de Janeiro, 1945; 4ème éd., Itatiaia/EDUSP, São Paulo, 1988.

TWAS (Third World Academy of Science) [1990]. *Essays submitted to the concourse for second price of History of Sciences*, Unpublished, Trieste, 1990.

VARGAS, Milton [ed.1994]. *História da técnica e da tecnologia no Brasil*, Unesp, São Paulo, 1994.

VESSURI, Hebe [ed., 1987]. *Dinámica científica en la periferia*, 2 vols, San José de Costa Rica, 1987.

WAAST, Roland [éd., 1996]. *Les sciences hors d'Occident au XXè siècle*, 6 vols., ORSTOM, Paris, 1996.

WISSER, R.P.W., BOS, H.J.M., PALM, L.C., SNELDERS, H.A.M. [eds., 1989]. *New trends in the history of science*, Rodopi, Amsterdam, 1989.

WORBOYS, Michael [1979]. *Science and British colonial imperialism, 1895--1940*, Ph D. Thesis (unpublished), University of Sussex, 1979.